

Verkehrsmanagement zur Verbesserung des Verkehrsablaufs auf Reiserouten in den west-österreichischen Alpen: Drei Lösungsbeispiele

Der Urlauberreiseverkehr führt auf den Hauptreiserouten in Westösterreich zu ausgedehnten Staus an nahezu allen Wochenenden der Sommer- und Wintersaison. Aus diesem Grund wurde im Rahmen von zwei umfangreichen Planungsprozessen eine Vielzahl von Maßnahmen ausgearbeitet, welche die einheimische Bevölkerung entlasten, die Staus und Reisezeiten für die Urlauber auf dem Weg zum Urlaubsziel reduzieren und die Erreichbarkeiten für die Einsatzkräfte in der Region verbessern sollen. Für drei dieser Maßnahmen wurden Pilotversuche durchgeführt und die verkehrlichen Auswirkungen auf Basis umfassender Vorher-Nachher-Erhebungen untersucht. An der S 16 Arlberg Schnellstraße in Vorarlberg wurden die ersten zwei Einfahrtsrampen nach dem Dalaaser Tunnel gesperrt, auf der B 179 Fernpassstraße in Tirol wurde die Blockabfertigung am Lermooser Tunnel deaktiviert und auf der B 179 in Reutte wurde der Zufluss zum Fernpass mit einer Lichtsignalanlage dosiert. Während das konkrete Ziel der ersten beiden Maßnahmen die Vermeidung von Kapazitätsverlusten infolge von Blockabfertigungen war, sollte mit dem dritten Pilotversuch der Verkehrsfluss auf einem festgelegten Streckenabschnitt durchgehend aufrechterhalten werden. Die wesentlichen Ergebnisse der Begleitstudien sind in diesem Bericht zusammengefasst.

Arriving and departing tourists cause extended congestion events on the main routes in western Austria on most summer and winter weekends. To reduce their impacts on the local population, reduce time spent in congestion and improve the availability of rescue services a planning process was discussed and many measures tested. Pilot experiments were carried out for three of those measures. Before and after studies examined their traffic effects. In the first experiment two entrances of S 16 Arlberg Schnellstraße (a motorway in Vorarlberg) right after the Dalaaser Tunnel were closed. The second experiment concerned the B 179 Fernpassstraße in Tyrol. A traffic signal limiting the number of cars in the Lermooser Tunnel and protecting the tunnel against congestion was deactivated. The third experiment also involved the B 179 Fernpassstraße: A traffic signal was installed to meter the traffic on the main road. The purpose of the first two experiments was to avoid losing road capacity due to admission control, the last experiment aimed at keeping the traffic flowing in a sensitive section of the road. The results of those studies are described in this report.

1 Ausgangslage

Der Urlauberreiseverkehr und teilweise auch die Tagesausflügler verursachen in Tirol und Vorarlberg ausgedehnte Staus an beinahe jedem Wochenende im Winter und im Sommer. Zu den Hot Spots zählt in Tirol der Fernpass (auf der Route von Deutschland über die BAB A 7, die B 179 Fernpassstraße sowie die A 12 und A 13 nach Italien oder in die Tiroler Schigebiete) und in Vorarlberg die S 16 Arlberg Schnellstraße mit vor allem starkem Skiurlauberverkehr (Bild 1).

Abgesehen davon, dass die einheimische Bevölkerung an den Staurouten auf Aktivitäten an den starken Wochenenden gerne verzichtet oder diese stark einschränkt und die Urlauber auf dem Weg zum Urlaubsort viel Zeit verlieren, gibt es speziell auf der B 179 Fernpassstraße das große Problem, dass Einsatzkräfte im Bedarfsfall mangels alternativer Straßenverbindungen einen möglichen Einsatzort nur schwer oder mit großer Verzögerung erreichen.

Aus diesem Grund wurden in Tirol im Rahmen des einjährigen Planungsprozesses „Fernpass-Strategie“ (Amt der Tiroler Landesregierung 2016) und in Vorarlberg in einer Arbeitsgruppe mit Land, Gemeinden und der österreichischen Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft (Asfinag) mögliche neue Maßnahmen ausgearbeitet, die kurzfristig umsetzbar sind und Erleichterungen für die lokale Bevölkerung und auch die geplagten Urlaubsgäste zum Ziel haben.

Drei dieser Maßnahmen wurden im Rahmen von Pilotversuchen im Jahr 2015 getestet und durch umfangreiche Vorher-Nachher-Erhebungen begleitet.

- Pilotversuch Einfahrtsrampensperre: Nach dem westlichen Portal des Dalaaser Tunnels wurden die Einfahrtsrampen in die S 16 bei der Anschlussstelle Dalaas und Braz-Ost gesperrt.
- Pilotversuch Abschaltung der Blockabfertigung: Auf der B 179 wurde am 3,2 Kilometer langen Lermooser Tunnel die

Blockabfertigung außer Betrieb genommen.

- Pilotversuch Dosiersystem: Auf der B 179 bei Reutte-Süd wurde der Zufluss zum Fernpass durch eine Lichtsignalanlage mit sogenanntem Tropfenzählersystem dosiert, wie es beispielsweise am Gotthard-Straßentunnel 2002 (Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK) eingeführt wurde oder beim Ramp Metering erfolgt.

■ Verfasser

Dipl.-Ing. Dr. Helmut Köll,
h.koell@planoptimo.at,

Dipl.-Geogr. Korbinian Feil,
k.feil@planoptimo.at,

Planoptimo Büro Dr. Köll ZT-GmbH,
Lus 88,
A-6103 Reith bei Seefeld

Die Ergebnisse der Begleitstudien (Köll 2015, Köll und Feil 2015) sind nachfolgend zusammengefasst.

2 Lösungsbeispiele für den Reiseverkehr auf Haupttrouten

Neben kurzfristig umsetzbaren Maßnahmen im Bereich des Verkehrsmanagements gibt es eine ganze Palette an möglichen Maßnahmen zur Bewältigung oder Reduktion des Reiseverkehrs auf Haupttrouten. Ein Ansatz zur Entlastung der Infrastruktur auf den Hauptreiserouten mit großem Potenzial ist die Entflechtung der An- und Abreise durch stärkere Stafflung der Ferien- bzw. Urlaubszeiten (Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft 2013). Ziel ist ein schrittweiser Ausgleich von saisonalen Schwankungen, eine Differenzierung von An- und Abreisetagen und eine stärkere tageszeitliche Streuung. Eine bessere Abstimmung der Ferienzeiten müsste allerdings auf europäischer Ebene erfolgen und das Abweichen vom Samstag für den Urlauberschichtwechsel erfordert zielgruppenorientierte Angebote und Flexibilität bei den Tourismusbetrieben. In Köll und Feil (2016) wird festgestellt, dass auf der A 14 Rheintal-Autobahn in Fahrtrichtung Arlberg bereits eine geringfügige Verlagerung der Anreise von Samstag auf Sonntag ausreichen müsste, um Staus auf der A 14 und S 16 zu vermeiden. Bei den Tagesausflugsgästen könnten neben einer Kontingentierung der Tagestickets, wie sie in Lech praktiziert wird, auch Anreize für eine frühere Anfahrt geschaffen werden, beispielsweise ein früherer Betriebsstart der Bergbahnen, billigere „Early-Bird“-Tickets oder Ähnliches.

Ein weiterer Ansatz zur Reduktion des Reiseverkehrs mit wohl geringerem Potenzial sind Maßnahmen zur Verlagerung des Reiseverkehrs auf Bahn und Bus. „New Mobility“ in der Schweiz zielt beispielsweise auf autofreie Ferien in den Schweizer Tourismusorten ab (Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Raumentwicklung ARE 2004). Im Vordergrund stehen Maßnahmen wie ein „Tür-zu-Tür“-Gepäcktransport, ein Gratis-Gepäcktransport von Bahnhof zu Bahnhof und die Sicherstellung der Mobilität vor Ort durch Rufbusse, Fahrradverleih und Carsharing. In diesem Zusammenhang sind auch Informationsplattformen für BesucherInnen, gratis Benützung der öffentlichen Verkehrsmittel mit Gästekarte, Mobilitätszentralen,

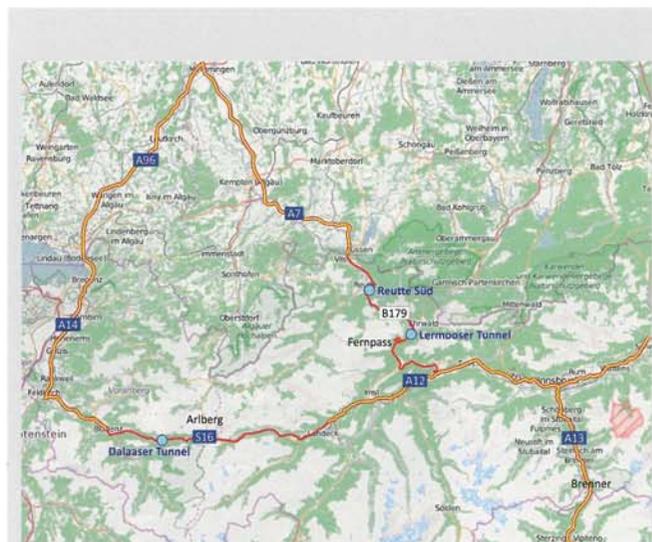


Bild 1: Übersichtskarte (Kartengrundlage: OpenStreetMap)

Verbesserungen bei Information und Erscheinungsbild etc. zu nennen, wie sie im Rahmen von „Alps Mobility“ in Pilotprojekten umgesetzt wurden (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2001). In dieselbe Richtung gehen auch die Vorschläge von Sammer (2004) mit einem nutzerfreundlichen Tür-zu-Tür-Mobilitätservice mit öffentlichen Verkehrsmitteln, Bereitstellung eines umweltfreundlichen Verkehrsangebotes für die Urlauber am Urlaubsort und einem institutionalisierten Bewusstseinsbildungs- und Informationsprozess, um Verständnis und Akzeptanz bei den Entscheidungsträgern zu erreichen. Ein weiterer interessanter Ansatz ist die Einhebung einer Wegekostenabgabe für die Alpenregion und die Verwendung dieser Abgabe für die Finanzierung umweltfreundlicher Alternativen.

Bei Verkehrsmanagement-Maßnahmen ist die Dosierung des gesamten Verkehrs auf einer Haupttroute außerhalb von Ortsgebieten bisher nicht bekannt, hingegen wird an Stadteinfahrten mit sogenannten Pfortnerampeln häufig auf eine Verkehrsmenge dosiert, die im städtischen Netz auch abwickelbar ist. Ziel ist es dabei, die Staus dorthin zu verlagern, wo Siedlungsgebiete und andere Verkehrsmittel möglichst wenig beeinträchtigt werden (Berg 2004). Aktuell wurde im Zusammenhang mit dem Vignettenfluchtverkehr am Ortseingang von Kufstein eine Dosieranlage mit langen Rot- und Grünzeiten (wie bei einer Blockabfertigung)

errichtet und in der Wintersaison 2015/2016 teilweise in Betrieb genommen. Aufgrund der guten Erfahrungen soll 2016/2017 der definitive Betrieb gestartet werden (Schlosser und Dörfler 2016). In Bern soll mit dem Verkehrsmanagement Region Bern ein Projekt umgesetzt werden, welches neben der Stadt Bern auch mehrere Gemeinden im Norden von Bern erfasst (Stadt Bern, Direktion für Tiefbau, Verkehr und Stadtgrün 2012). Nach dem Motto Technik statt Beton soll durch konsequente Dosierung an den Ortseingängen in den Zentren ein flüssiger Verkehrsablauf sichergestellt werden. Am Gotthard-Straßentunnel wurde nach einer Reihe von Tunnelunfällen zwischen 1999 und 2001 im September 2002 das „Tropfenzählersystem“ eingeführt. Dabei wird jeder Lkw einzeln in den Tunnel geschickt, um den Sicherheitsabstand zwischen den Lkw zu gewährleisten, und es wird die Fahrzeuganzahl auf 60 bis maximal 150 Fahrzeuge pro Richtung und Stunde begrenzt. Die Gesamtverkehrsstärke ist auf 1.000 Pkw-Einheiten beschränkt, ein Lkw entspricht 3 Pkw-E (Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK, Bundesamt für Straßen ASTRA).

Weiter verbreitet sind Dosierungsmaßnahmen bei Einfahrtsrampen an Autobahnen, das sogenannte Ramp Metering. Während in Nordrhein-Westfalen nach Angaben des Ministeriums für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nord-

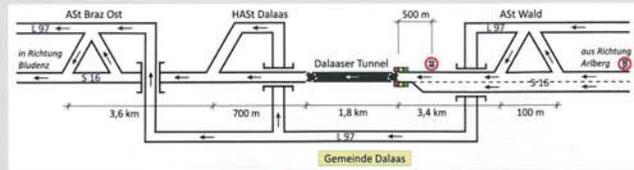


Bild 2: Schematische unmaßstäbliche Skizze des Untersuchungsreichs (Fahrtrichtung Bludenz)

Bild 3: Stau vor dem Ostportal des Dalaaser Tunnels



Bild 4: Stau nach dem Westportal des Dalaaser Tunnels bei der Einfahrtsrampe der Anschlussstelle Dalaas



Bild 5: Provisorische Sperre der Einfahrtsrampe Anschlussstelle Dalaas



rhein-Westfalen mittlerweile 97 Zuflussregelungsanlagen in Betrieb sind, ist in Österreich bislang eine Pilotanlage in Linz bekannt (Kribernegg und Gaube 2016). Eine

Besonderheit ist das nach österreichischer StVO erforderliche 4-malige Grünblinken, welches ganz kurze Gründauern gar nicht ermöglicht. Aus diesem Grund ist eine Aus-

nahmeverordnung des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie für einen Verkehrsversuch erforderlich, um von der StVO abweichende Signalbilder und -zeiten zu ermöglichen. Die konkrete Ausgestaltung des Steuerungsalgorithmus ist Gegenstand aktueller Forschung wie beispielsweise Trapp und Bettermann (2015).

Das Problem der Blockabfertigung in Tunnels an Spitzentagen im Reiseverkehr wurde von Sammer, Berger und Mensik (2003) untersucht und Verbesserungsvorschläge für die A 10 Tauernautobahn ausgearbeitet. Eine Besonderheit ist, dass die Blockabfertigung noch vor dem Aufstieg zum Tauertunnel mit vier Lichtsignalquerschnitten im Abstand von je 750 Meter erfolgt. Die maximale Kapazität von 1.200 Kfz/h wird im praktischen Betrieb aus vielerlei Gründen nicht erreicht. Das Auffahren der ersten, schnellen Fahrzeuge eines Blocks auf die letzten, langsamen Fahrzeuge des vorhergehenden Blocks führt zu instabilen Verkehrszuständen und Stau im Tunnel und daraus folgend wieder zu einer Zuflussdrosselung. Als Maßnahmen werden neben der bereits oben genannten Reduktion der Verkehrsspitzen auch die Stabilisierung der Kapazität auf möglichst dauerhaft 1.200 Kfz/h durch diverse Automatisierungen in der Steuerung der Blockabfertigung vorgeschlagen. Untersucht wurden auch Maßnahmen zur Verbesserung der Stausituation am einröhriigen Gleinalmtunnel an der A 9 Pyhrn-Autobahn (Berger, Meth und Mensik 2007). Im Unterschied zu den vorgenannten Tunnels liegt dort der Schwerpunkt nicht beim Reiseverkehr an Wochenenden, sondern bei den Verkehrsspitzen an Werktagen, insbesondere an Freitagen durch Tages- und Wochenpendler. Die Anordnung einer Blockabfertigungsanlage ähnlich jener auf der A 10 wurde nicht empfohlen, hauptsächlich wegen des Rückstaus über den Knoten St. Michael hinaus und der damit zusammenhängenden Beeinträchtigung des Verkehrs, der gar nicht durch den Gleinalmtunnel fährt. Ein weiterer Grund ist die mögliche Lage der Blockabfertigung noch vor der Mautstation, sodass mit einer geblockten Zufahrtsdosierung zur Mautstelle, nicht aber zum Tunnel zu rechnen wäre. Die vorgeschlagenen Maßnahmen zielen auf die Kapazitätserhöhung durch eine Homogenisierung des Zuflusses (Reduktion des Tempolimits, Verbesserung im Verflechtungsbereich durch Betonung des Reiserverschlusssystems) und die Routenverlagerung bei Rückstau durch Wartezeitinformation in Echtzeit ab.

3 Pilotversuch Rampensperre Dalaaser Tunnel

3.1 Derzeitige Situation

Im Verlauf der S 16 Arlberg-Schnellstraße befindet sich in Vorarlberg der einröhriige Dalaaser Tunnel. Nach der zweistreifigen Richtungsfahrbahn auf der östlichen Zulaufstrecke mit 100 km/h zulässiger Höchstgeschwindigkeit erfolgt rund 500 Meter vor dem Ostportal die Spurreduktion und die Höchstgeschwindigkeit wird für die nächsten rund 15 Kilometer auf 80 km/h reduziert (Bild 2). Die Geschwindigkeitsbereiche sind fix festgelegt und können nicht z. B. verkehrsbahngängig geändert werden. Rund 700 m nach dem westlichen Tunnelportal mündet die Einfahrtsrampe der Anschlussstelle Dalaas in die S 16 ein. Die Verkehrsstärken auf der S 16 sind besonders an den Winterwochenenden hoch und erreichten 2014 am Querschnitt Braz 29.000 Kfz/24 h (in der absoluten Spitzenstunde 2.550 Kfz/h), in Fahrtrichtung Bludenz fast 17.000 Kfz/24 h (in der absoluten Spitzenstunde 1.450 Kfz/h).

In der Wintersaison 2014/2015 wurde am Ostportal des 1,8 Kilometer langen Dalaaser Tunnels an 17 Tagen die Blockabfertigung ausgelöst und während insgesamt 79 Stunden geschaltet. Grund für die Blockabfertigung war überwiegend Stau am Tunnelausgang. Dort wird vom Tunneloperator gemäß Betriebsanweisung ein festgelegter Querschnitt beobachtet. Überschreitet der Stau diese Linie, wird am Tunneleingang

auf Rot geschaltet. Für die Grünschaltung gibt es keine klare Anweisung, hier trifft der Operator die Entscheidung der Verkehrssteuerung ohne Informationen zur Verkehrslage stromabwärts. Es treten deshalb fallweise große Lücken zwischen den Fahrzeugpuls auf. Durch eine optimierte Steuerung könnte hier sicher die Kapazität besser ausgeschöpft werden. Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, dass die Blockabfertigung nicht dazu dient, die Kapazität des Tunnels, sondern die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Nach den österreichischen Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen RVS (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie und Österreichische Forschungsgemeinschaft Straße und Verkehr 2002) sind „grundsätzlich Staus und stockender Verkehr im Tunnel zu verhindern und auf die freie Strecke zu verlagern“. Weiters muss lt. RVS (2015) gewährleistet werden, dass der Tunnelüllgrad von 150 Fahrzeugen pro Kilometer und damit die zulässige Brandlast nicht überschritten wird.

Nun verwundert es nicht, dass bei der Spurzusammenführung vor dem Tunnel Stau auftritt (Bild 3), aber nach dem Tunnel bei dosiertem Zufluss überrascht der häufige Verkehrsstillstand doch (Bild 4). Beobachtungen zeigen, dass der Verkehr dort so dicht ist, dass bereits geringe Störungen im Verkehrsfluss zum Kollaps führen. Mit der Blockabfertigung weitet sich der Rückstau vor dem Tunnelportal aus und der Staufuchtverkehr nimmt zu. Befindet sich nun im Nahbereich des Tunnelausgangs eine

Einfahrtsrampe – wie beispielsweise die Einfahrt der Anschlussstelle Dalaas – dann lösen die einfahrenden Staufüchtlinge wiederum den Stau und die Blockabfertigung aus. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis eine deutliche Reduktion des Zuflusses eintritt. Durch die Sperre der Einfahrten sollte dieser Kreislauf möglichst durchbrochen werden.

3.2 Aufbau und begleitende Erhebungen zum Pilotversuch Rampensperre

Ausgangspunkt für die Überlegungen zum Pilotversuch waren folgende Hypothesen:

- Mit der Sperre der Einfahrtsrampe können Störungen im Verkehrsfluss stromabwärts vermieden und damit Verkehrsstillstände, die in der Folge zur Auslösung der Blockabfertigung führen, vermindert werden.
- Durch die Reduktion von Blockabfertigungen steigt die Tunnelkapazität, Staus und Staufuchtverkehr können dadurch reduziert werden.

Um die Hypothesen zu verifizieren, wurden am Samstag, den 21.2.2015 zwischen 8:00 und 13:00 Uhr die Einfahrtsrampen der Anschlussstelle Dalaas (Bild 2 und Bild 5) und Braz-Ost, jeweils in Fahrtrichtung Bludenz gesperrt und umfassende begleitende Erhebungen durchgeführt. Die Vergleichserhebungen fanden am Samstag, den 14.2.2015 statt. An mehreren Querschnitten der Landesstraße L 97 und den Rampen der Anschlussstellen wurden automatische Querschnittszählungen durchgeführt und von der Asfinag Zählstellendaten von der

Fahrzeurgückhaltesysteme: Bau – Vermietung – Verkauf – Montage

 Step 90 AT H1/W4 - H2/W4	 Typ 115 H1/W5 - H2/W6	 Ortbeton-BSW LT 102 H2/W1/C	 Ortbeton-BSW LT 106 H2/W2/B
✶ dauerhaft korrosionsgeschützt			
 Mobil 65-1 T1/W1 - T3/W2 - H1/W5	 Mobil 65-2 T1/W1 - T3/W3	 Ortbeton-BSW LT 205 LT 105 H2/W2/B H2/W1/B	 Ortbeton-BSW LT 104 LT 104 BW H4b/W2/C H4b/W3/C
 E-Port 65			



WALL[®]
 STOP

Wallstop GmbH & Co. KG
 Kastellauner Straße 51
 56253 Treis-Karden
 www.wallstop.de
 Tel.: 0 26 72 - 69 86-0

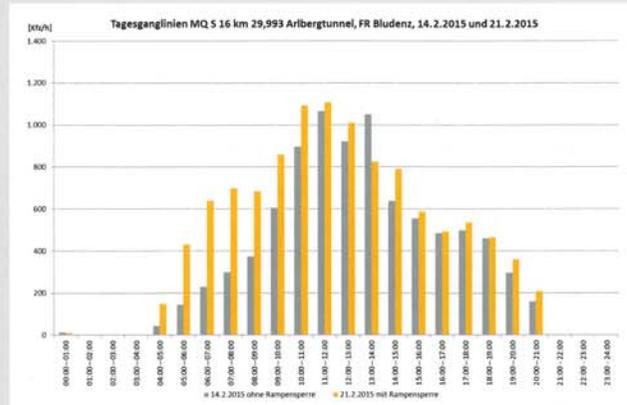


Bild 6: Tagesganglinie S 16 Arlberg Tunnel, 14./21.2.2015, Fahrtrichtung Bludenz

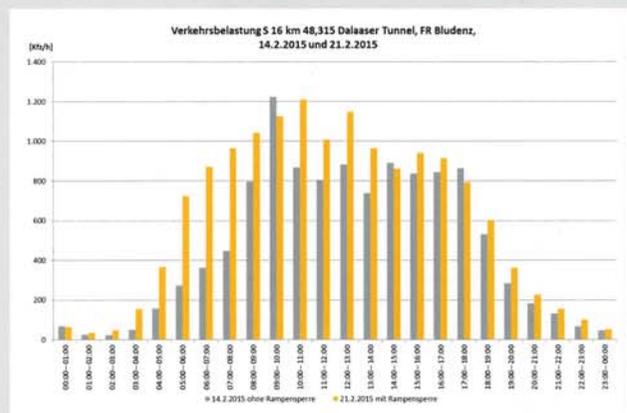


Bild 7: Tagesganglinie S 16 Dalaaser Tunnel, 14./21.2.2015, Fahrtrichtung Bludenz

Datum	Messquerschnitt	00:00–24:00 Uhr	08:00–13:00 Uhr
14.2.2015 ohne Sperre	S 16 Dalaaser Tunnel	11.400 Kfz/24 h	4.578 Kfz/5 h
	L 97 Wald	3.794 Kfz/24 h	1.469 Kfz/5 h
	Talquerschnitt	15.194 Kfz/24 h	6.047 Kfz/5 h
21.2.2015 mit Sperre	S 16 Dalaaser Tunnel	14.720 Kfz/24 h	5.536 Kfz/5 h
	L 97 Wald	3.286 Kfz/24 h	1.587 Kfz/5 h
	Talquerschnitt	18.006 Kfz/24 h	7.123 Kfz/5 h

Tabelle 1: Verkehrsbelastung S 16 Dalaaser Tunnel und L 97 Wald am 14.2.2015 und 21.2.2015, Fahrtrichtung Bludenz

S 16 zur Verfügung gestellt. Zur Ermittlung des Umfangs und der Routen des Staufluchtverkehrs, insbesondere auch der gewählten

Einfahrt auf die S 16 nach dem Tunnel, wurde an beiden Erhebungstagen eine Fahrzeugverfolgung durch Kennzeichenbeob-

achtung durchgeführt. Stauerhebungen und Videoobservations sollen Aufschluss über das Auslösen und die Entwicklung des Staus geben. Zusätzlich wurden noch die Schaltzeiten der Blockabfertigung ausgewertet.

3.3 Ergebnisse Pilotversuch Rampensperre

Am Erhebungstag mit Pilotversuch, Samstag 21.2.2015, wurden in Fahrtrichtung Bludenz im Talquerschnitt auf S 16 und L 97 zusammen um etwa 3.000 Kfz/24 h mehr gezählt als am Vergleichstag ohne Pilotversuch. Im Zeitraum mit Sperre der Rampen zwischen 08:00 und 13:00 Uhr waren es etwa 1.080 Fahrzeuge mehr, auf der Ausweichroute L 97 im gleichen Zeitraum um etwa 100 Kfz/24 h mehr (Tabelle 1). Der Anteil des Verkehrs auf der L 97 in Bezug auf den Gesamtquerschnitt (Fahrtrichtung Bludenz) betrug somit ohne Rampensperre 24 %, beim Pilotversuch mit Rampensperre 22 %. In der Spitzenstunde zwischen 12:00 Uhr und 13:00 Uhr beträgt der Anteil auf der L 97 ohne Rampensperre 41 % und mit Rampensperre 27 %.

Bild 6 zeigt, dass auf der S 16 am vorgelagerten Arlberg Tunnel der stündliche Zufluss am 21.2.2015 fast durchgehend höher war als am 14.2.2015. Auf der L 97 lagen hingegen die Verkehrsstärken ab ca. 10:00 Uhr über den Belastungen des darauffolgenden Samstags mit Pilotversuch.

Die Auswertung der Blockabfertigungszeiten ergab, dass am 14.2.2015 im Dalaaser Tunnel in der Zeit von 10:02 bis 17:51 Uhr Blockabfertigungen geschaltet wurden. Am 21.2.2015 begann die Blockabfertigungsphase (Zeitspanne zwischen Beginn der ersten Rotschaltung und Ende der letzten Rotschaltung inkl. dazwischen liegende Zeiten mit Grünschaltung) um 09:28 Uhr und damit gut eine halbe Stunde früher als am Samstag vorher.

Der Stillstand erfolgte an beiden Tagen meist nach starken 5-Minuten-Intervallen mit 120–140 Kfz/5 min (mit bzw. ohne Einfahrt Dalaas). Der Stau nach dem Tunnelausgang und in der Folge das Auslösen der Blockabfertigung konnte also weder verzögert noch verhindert werden. Der Störeinfluss der Einfahrt Dalaas scheint demnach weniger groß als angenommen. Wodurch kommt es dann zum Stau nach dem Tunnelportal? Hier konnten zahlreiche unmotivierete Bremsmanöver, Langsamfahrten und Halte bei der Betriebsumkehr nach dem Tunnel beobachtet werden, die bei dichtem Verkehr den Stau auslösten.

Am Versuchstag endete die Blockabfertigung bereits um 15:55 Uhr und damit ca. 2 Stunden früher. In Summe ergibt sich für den 14.2.2015 eine absolute Sperrzeit (Summe über alle Rotschaltungen) von rund 2 Stunden 58 Minuten, am 21.2.2015 betrug die absolute Sperrzeit 1 Stunde 56 Minuten, also rund eine Stunde weniger. Hinsichtlich der minimalen, maximalen und durchschnittlichen Rotdauer sind sich die beiden Tage sehr ähnlich. Allerdings sind die Freigabedauern (Grünschaltungen) am 21.2.2015 im Durchschnitt 5 Minuten länger als am Samstag der Vorwoche, im Maximum sogar bis zu 15 Minuten länger. Hier ist sehr deutlich erkennbar, dass beim Pilotversuch der Kreislauf Blockabfertigung – Stauflucht – Stau – Blockabfertigung verlangsamt werden konnte.

In Bild 7 sind sehr gut die Auswirkungen der reduzierten Blockabfertigungen auf die Tunnelkapazität erkennbar. Während ohne Rampensperren nach einem Maximum von 1.200 Kfz/h ein deutlicher Einbruch der Kapazität auf 800–900 Kfz/h erfolgt, können mit Rampensperren 1.000–1.200 Kfz/h gehalten werden. Über einen Zeitraum von fünf Stunden durchqueren deshalb etwa 1.000 Fahrzeuge mehr den Dalaaser Tunnel (Tabelle 1).

Die Folge sind geringere Rückstau vor dem Dalaaser Tunnel bei gleichzeitig höherem Zufluss (Bild 8 und Bild 9). Am 21.2.2015 verläuft der Aufbau des Staus langsamer, zwischen den Rotschaltungen gibt es deutlich größere Lücken, wodurch mehr Fahrzeuge den Tunnel passieren können und die Stauausbreitung gebremst wird.

Bild 10 zeigt den Staufluchtverkehr auf der L 97 an den beiden Erhebungstagen als Ergebnis der Verfolgzeählungen in 30-Minuten-Intervallen. Es wurden maximal 268 Kfz/30 min erfasst bzw. 518 Kfz/h, die Spitzenwerte wurden am 14.2.2015 erreicht. Am Tag des Pilotversuchs zeigt sich der frühe Anstieg durch das erhöhte Verkehrsaufkommen in den Morgenstunden, ab 11:00 Uhr ist der Stau-fluchtverkehr am 14.2.2015 aber durchgängig stärker als am 21.2.2015 mit gesperrten Einfahrten. Auf der S 16 wurde mit einer Hinweistafel auf die überlastete Ausweichstrecke L 97 aufmerksam gemacht, auf der L 97 selbst wurde vor der Anschlussstelle Wald auf die gesperrten Einfahrten hingewiesen.

Ohne Rampensperre fuhr knapp die Hälfte der erhobenen Stauflüchtlinge unmittelbar nach dem Tunnel bei der Anschlussstelle

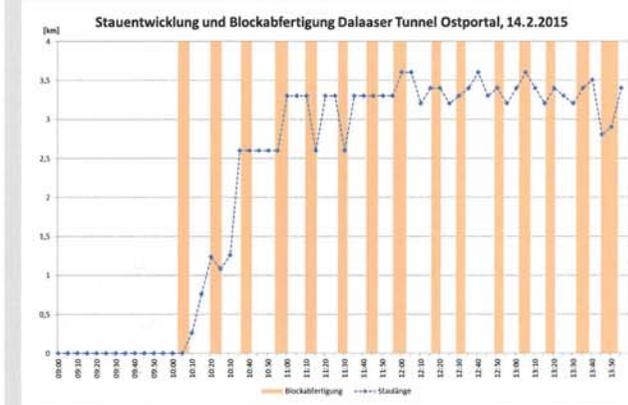


Bild 8: Staulängen und Blockabfertigungszeiten am 14.2.2015 ohne Rampensperre, 9:00–14:00 Uhr

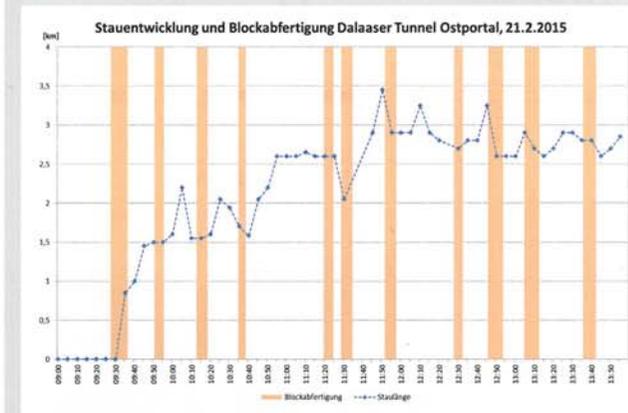


Bild 9: Staulängen und Blockabfertigungszeiten am 21.2.2015 mit Rampensperre, 9:00–14:00 Uhr

Dalaas wieder auf die S 16 ein, ein Drittel bei der darauffolgenden Anschlussstelle Braz-Ost und der Rest weiter stromabwärts. Ein weiterer interessanter Aspekt ist der zeitliche Verlauf des Stauausweichverkehrs im Zusammenhang mit dem Beginn der Blockabfertigung. Während am 14.02.2015 der Staufluchtverkehr erst ca. 45 Minuten

nach Beginn der ersten Rotschaltung deutlich einsetzt, kommt es am 21.2.2015 fast zeitgleich mit der ersten Rotschaltung zu einer deutlichen Zunahme im Ausweichverkehr, obwohl an diesem Tag die Stauausbreitung langsamer vonstattenging als am Samstag davor. Mögliche Ursache hierfür könnten Radio-/Navimeldungen und Infor-



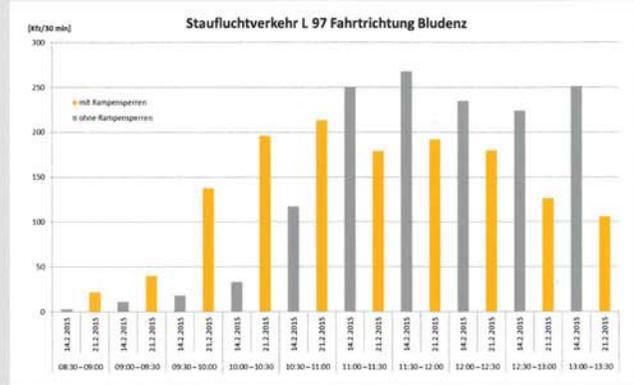


Bild 10: Stauflichtverkehr auf der L 97 mit und ohne Rampensperren

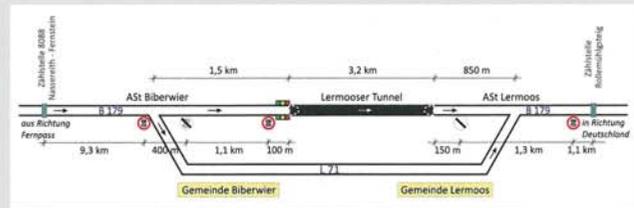


Bild 11: Schematische unmaßstäbliche Skizze des Untersuchungsbereichs (Fahrtrichtung Deutschland)

Bild 12: Stau vor dem Südportal des Lermooser Tunnels



mationen im Zusammenhang mit dem Pilotversuch sein.

3.4 Fazit Pilotversuch Rampensperre

Durch die Sperre der Einfahrtrampen nach dem Dalaaser Tunnel kann das Auslösen der Blockabfertigung weder verhindert noch verzögert werden. Allerdings wird der Kreislauf Blockabfertigung – Stauflicht – Stau – Blockabfertigung verlangsamt, da durch die Anzahl der Rotschaltungen redu-

ziert und die durchschnittliche Gröndauer erhöht. Dies wiederum führt zu einer höheren Tunnelkapazität, geringeren Rückstaus und einer insgesamt geringeren Dauer der Blockabfertigungen. Aus diesem Grund nahm der Stauflichtverkehr trotz der früher einsetzenden Blockabfertigung und dem stärkeren Zufluss nicht wesentlich zu. Durch die Sperre von zwei Einfahrtrampen wurde allerdings eine zweite Gemeinde vom Stauflichtverkehr in der Ortsdurchfahrt belastet.

Insgesamt zeigen sich durch die Sperren der Einfahrtrampen somit einige, aus verkehrstechnischer Sicht sehr positive Effekte. Die aufgeregten Diskussionen bereits im Vorfeld des Pilotversuchs lassen allerdings erwarten, dass eine dauerhafte Umsetzung aufgrund politischer Widerstände unwahrscheinlich ist.

Als Alternative zur Rampensperre oder als Ergänzung dazu könnte überlegt werden, sowohl vor als auch nach dem Tunnel bei hohen Verkehrsstärken die höchstzulässige Geschwindigkeit von 80 auf 60 km/h zu senken, um damit die Störanfälligkeit zu verringern und die Leistungsfähigkeit zu erhöhen (Mensik 2004). Ramp Metering auf der Einfahrtrampe Dalaas wird das Entstehen des Staus und das Auslösen der Blockabfertigung nicht verhindern, allenfalls könnte die Anzahl der Rotschaltungen und die Attraktivität der Schleichwegroute etwas reduziert werden. Eine weitere Möglichkeit ist die verkehrsabhängige Zuflussdosierung, eine Art „Ramp Metering“ am Tunnelportal. Damit könnte auf Verdichtungserscheinungen nach dem Tunnel mit einer Dosierung der in den Tunnel einfahrenden Fahrzeuge reagiert und der Verkehr im Tunnel dadurch flüssig gehalten werden. Die Verkehrsstärke bleibt unter dem maximalen Tunnelfüllgrad und die Kapazität wird bestmöglich ausgeschöpft.

4 Pilotversuch Blockabfertigung Lermooser Tunnel

4.1 Derzeitige Situation

An der B 179 Fernpass-Straße in Tirol befindet sich der einröhrige 3,2 Kilometer lange Lermooser Tunnel. Mit diesem werden die Gemeinden Biberwier und Lermoos im Tiroler Außerfern umfahren. In Fahrtrichtung Deutschland mündet ähnlich wie beim Dalaaser Tunnel eine Einfahrt, die allerdings wesentlich stärker frequentiert ist, etwa 850 m nach dem nördlichen Tunnelportal in die B 179 ein (Bild 11 und Bild 12). An den verkehrsstärksten Tagen wurden an Sommer- und Winterwochenenden am Fernpass zwischen 25.000 und 28.000 Kfz/24 h im Querschnitt gezählt, in Fahrtrichtung Deutschland am stärksten Tag über 15.000 Kfz/24 h.

Ähnlich wie beim Dalaaser Tunnel wird die Blockabfertigung bei Stau am Tunnelausgang und bei Überschreitung des maximalen Tunnelfüllgrades (im Lermooser Tunnel

abweichend von den RVS nur 200 Fz/3,2 km insgesamt in beiden Fahrtrichtungen) ausgelöst. Die Rotschaltung erfolgt ebenfalls auf Basis eines Beobachtungsquerschnittes, die Grünschaltung auf Basis von Erfahrungswerten des Operators. Da nach dem Tunnel kaum Informationen bzw. nur wenige Kameras zur Verfügung stehen, verstreichen fallweise mehrere Minuten ohne Verkehr auf dem nachfolgenden Streckenabschnitt, die mögliche Kapazität wird nicht ausgeschöpft. Üblicherweise trifft einige Zeit nach der Grünschaltung der nächste Fahrzeugpulk mit hoher Dichte am Ausgangsportal ein und eine geringfügige Störung z. B. durch die Einfahrt Lermoos führt zu erneutem Stau und in der Folge erneuter Rotschaltung. Das führt auf der rund 17 Kilometer langen Strecke zwischen Nasseireith und Lermoos Nord an starken Tagen zu Reisezeiten von rund 1,25 Stunden. Ohne Störungen im Verkehrsfluss werden hingegen nur etwa 17 Minuten benötigt.

Am Lermooser Tunnel war in Fahrtrichtung Deutschland die Blockabfertigung im Jahr 2013 an 50 Tagen insgesamt 245 Stunden lang in Betrieb.

Der Stauflichtverkehr ist am Lermooser Tunnel kein Problem. Das dürfte damit zusammenhängen, dass die erste und einzige Möglichkeit, den Stau kleinräumig zu umfahren nur ca. 1,5 Kilometer vor dem Tunnelportal liegt und deshalb bei der nächsten Grünschaltung der Tunnel passiert werden kann. Zudem ist die Ausweichroute durch die Gemeinden Biberwier und Lermoos nicht sehr attraktiv.

4.2 Aufbau und begleitende Erhebungen zum Pilotversuch Blockabfertigung

Ausgangspunkt für die Überlegungen zum Pilotversuch war folgende Hypothese:

- Durch die Nichtschaltung der Blockabfertigung können die sonst auftretenden großen Lücken zwischen den Fahrzeugpulk vermieden und die vorhandenen Kapazitäten besser ausgenutzt werden. Dadurch werden Staus und Verlustzeiten reduziert.

Befürchtet wurde allerdings, dass es durch das Schließen der Lücken auf den anschließenden Streckenabschnitten in Richtung Deutschland zu Überlastungen kommt und sich Staus und Verlustzeiten in diesen Bereich verlagern.

Der Versuch fand am Samstag, den 22.8.2015 statt, die Vergleichserhebungen wurden eine



Bild 13: Videoüberwachung in der Tunnelwaite mit Stau in Fahrtrichtung Deutschland vor, im und nach dem Tunnel

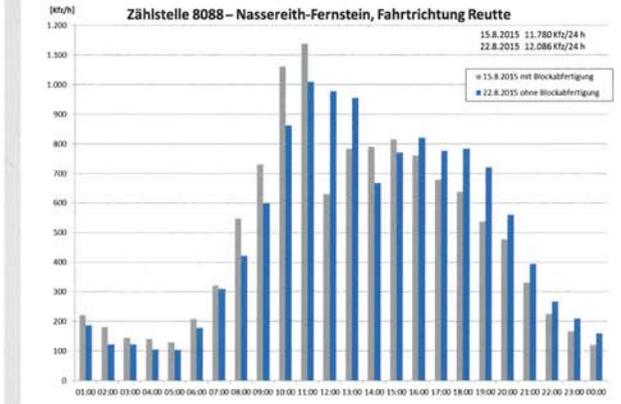


Bild 14: Tagesganglinie B 179 Fernstein, 15./22.8.2015, Fahrtrichtung Reutte

Woche vorher, am Samstag, den 15.8.2015, durchgeführt. Es wurden an mehreren Querschnitten auf der B 179 vor und nach dem Tunnel sowie auf Ausfahrts- und Einfahrtrampen automatische Zählgeräte installiert und Daten der Zählstellen des Landes zur Verfügung gestellt. An beiden Erhebungstagen wurde für eine Stichprobe von Fahrzeugen eine Verfolgungszählung mit Zeitstempel an mehreren Querschnitten der B 179 durchgeführt, um Veränderungen bei den Reisezeiten abschnittsweise ermitteln zu können. Ferner wurden der Auf- und Abbau des Staus erhoben, während der gesamten Dauer des Versuchs von der Tunnelwaite aus das Verkehrsgeschehen beobachtet und Videoaufnahmen im und nach dem Lermooser Tunnel erstellt (Bild 13). Damit sollten kritische Situationen betreffend Verkehrssicherheit und Veränderungen beim Verkehrsablauf detektiert werden.

4.3 Ergebnisse Pilotversuch Blockabfertigung

Der Vergleich der beiden Erhebungstage in Bild 14 zeigt, dass an der vorgelagerten Zählstelle Fernstein mit Pilotversuch, am Samstag den 22.8.2015, um rund 300 Kfz/24 h mehr Fahrzeuge in Fahrtrichtung Reutte unterwegs waren als ohne Pilotversuch am 15.8.2015. Allerdings ist die zeitliche Verteilung aufgrund des Wetters sehr unterschiedlich mit einer starken Spitze am Vormittag des 15.8.2015 und einer gleichmäßiger über den Tag verteilten Zuflussbelastung am Versuchstag.

Die Blockabfertigung am Südportal des Lermooser Tunnels wurde am 15.8.2015 erstmals um 09:45 Uhr aufgelöst. Etwa 15 Minuten vorher ist ein stärkerer Zufluss bei der Einfahrt Lermoos festzustellen. Offensichtlich ist dann die Verkehrsdichte von Einfahrt und Hauptstrom vom Tunnel kom-



Bild 15: Tagesganglinie B 179 Rollemühlsteig, 15./22.8.2015, Fahrtrichtung Reutte



Bild 16: Staulängenentwicklung ab dem Südportal des Lermooser Tunnels am 15.8.2015 mit Blockabfertigung und am 22.8.2015 ohne Blockabfertigung

ment im anschließenden Streckenabschnitt so hoch, dass ein Stillstand eintritt. Das letzte Rotende wurde um 16:53 Uhr registriert. Am Versuchstag wäre der Auslöserquerschnitt erstmals um 10:19 Uhr erreicht worden.

Bild 15 zeigt, dass die Kapazitätsgrenze am anschließenden Streckenabschnitt der B 179 (Zählstelle Rollemühlsteig, rund 2,5 Kilometer nach dem Tunnelausgang) bei 1.000–1.100 Kfz/h erreicht wird. Es ist gut erkennbar, dass die maximale Kapazität bei Aussetzen der Blockabfertigung besser genutzt werden kann. Ein höherer Durchfluss von zusätzlich 100–150 Kfz/h über mehrere

Stunden reduziert den Stau um mehrere Kilometer.

Das zeigt sich bei den Staulängen: Am 15.8.2015 erreichte der Stau um 10:30 Uhr, rund 45 Minuten nach dem Auslösen der Blockabfertigung die Passhöhe, die sich etwa 5,5 Kilometer vor dem Tunnelportal befindet. Über die Passhöhe hinaus war aus Sicherheitsgründen die Verfolgung der Stauentwicklung nicht mehr möglich. Am 22.8.2015 wurde das Stauende – auch bedingt durch die zusätzliche Staulänge im Tunnel – maximal 2,1 Kilometer vor dem Portal um 13:00 Uhr beobachtet. Bild 16 zeigt, dass auch nach Abzug des 3,2 Kilo-

meter langen Staus im Tunnel bei Aussetzen der Blockabfertigung insgesamt deutlich kürzere Staulängen ermittelt wurden. Auch die Staudauer vor dem Südportal konnte mit Pilotversuch um rund 3 Stunden reduziert werden. Ohne Blockabfertigung dauerte der Stau bis etwa 13:50 Uhr, mit Blockabfertigung bis etwa 17:00 Uhr.

Dies wirkt sich auch auf die mittleren Reisezeiten im betrachteten 32,5 Kilometer langen Abschnitt zwischen Rastland Nassereith und Reutte-Süd aus. Die Maximalwerte von rund 1,5 Stunden (im Mittel 22 km/h) mit Blockabfertigung werden am Versuchstag nicht erreicht, ohne Blockabfertigung lag der Maximalwert am Nachmittag bei 1,25 Stunden (im Mittel 26 km/h) und der weitgehend freie Verkehrsfluss mit 30 Minuten Reisezeit (im Mittel 65 km/h) wird wesentlich früher am Nachmittag erreicht (Bild 17).

Nicht eingetreten ist der befürchtete Anstieg der Reisezeit auf der Strecke nach dem Lermooser Tunnel: Zwischen Bichlbach und Reutte-Süd beträgt die Reisezeit praktisch während des gesamten Tages zwischen 7 und 10 Minuten (Bild 18). Offensichtlich wirken die Anlageverhältnisse der Landesstraße B 179 in Fahrtrichtung Deutschland nach dem Tunnel unabhängig von der Blockabfertigung dosierend und führen dann, ab dem Rollemühlsteig, zu einem weitgehend freien Verkehrsfluss bis Reutte. Die etwas höheren Reisezeiten zwischen 09:45 und 10:15 Uhr können jedenfalls nicht mit dem stärkeren Abfluss vom Tunnel erklärt werden.

Zuletzt werden die Auswirkungen auf den Staufluchtverkehr betrachtet. Denkbar wäre eine stärkere Verlagerung wegen der längeren Stautrecke ab der Ausfahrt Biberwier und dem Stau im Tunnel selbst. An der Zählstelle Biberwier lassen sich allerdings keine Auffälligkeiten erkennen (Bild 19). In den Zähldaten sind lokale und vor allem die Fahrten Richtung Garmisch-Partenkirchen/München enthalten, der Staufluchtverkehr spielt eine ganz untergeordnete Rolle.

Während des gesamten Versuchsbetriebes wurde von der Leitstelle Tirol und der Tunnelwarte Lermoos zusätzliches Personal eingesetzt und der Verkehrsablauf im Tunnel mit größter Aufmerksamkeit beobachtet. Im Vorfeld wurden Verkehrssicherheitsbedenken wegen des Staus im Tunnel geäußert, beispielsweise dass Personen das Fahrzeug verlassen oder versuchen könnten, im

Tunnel zu wenden. Erfreulicherweise wurden aber keinerlei Vorfälle registriert.

4.4 Fazit Pilotversuch Blockabfertigung

Mit dem Aussetzen der Blockabfertigung können die großen Lücken zwischen den Fahrzeugpulks geschlossen und die Streckenkapazitäten nach dem Tunnel voll ausgeschöpft werden. Dies führt zu deutlich geringeren Staulängen, Staudauern und Reisezeiten auf dem Weg über den Fernpass in Richtung Deutschland.

Der schlechtere Ausbaustandard der B 179 nördlich des Lermooser Tunnels dosiert allerdings nach wie vor den Abfluss, sodass sich einerseits die Kapazitätsgewinne in Grenzen halten, es andererseits nach dem Tunnel in Fahrtrichtung Deutschland aber auch zu keinen neuen Überlastungen kommt und sich die Reisezeiten auf diesem Abschnitt von jenen mit Blockabfertigung kaum unterscheiden.

Mit dem Aussetzen der Blockabfertigung wird allerdings der maximale Tunnelfüllgrad weit überschritten, sodass die Sicherheitsvorrichtungen zur Bewältigung der Brandlast mit sehr hohem Kostenaufwand verbessert werden müssten. Aus diesem Grund soll nicht die Blockabfertigung aufgehoben, sondern die Rot-/Grünschaltung durch zusätzliche Kameras nach dem Tunnel optimiert und damit die großen Lücken zwischen den Fahrzeugpulks geschlossen werden.

Überlegt wird auch eine verkehrabhängig gesteuerte Dosierung am Südportal. Damit könnte der Zufluss bei entsprechender Detektion stromabwärts gesteuert, Staus nach dem Tunnel vermieden und der zulässige Tunnelfüllgrad eingehalten werden. Als alternative Verbesserungsmöglichkeit könnte, ähnlich wie beim Dalaaser Tunnel, sowohl vor als auch nach dem Tunnel bei hohen Verkehrsstärken die höchstzulässige Geschwindigkeit von 80 auf 60 km/h reduziert werden, um damit die Störanfälligkeit zu erhöhen, und/oder ein Ramp Metering bei der Einfahrt Lermoos erfolgen.

5 Pilotversuch Dosieranlage Reutte-Süd

5.1 Derzeitige Situation

Im Gegensatz zur Fahrtrichtung Deutschland, wo aufgrund der Blockabfertigung am Lermooser Tunnel zwischen Lermoos und



Bild 17: Reisezeiten im Tagesverlauf zwischen Rastland Nassereith und Reutte-Süd 15./22.8.2015



Bild 18: Reisezeiten im Tagesverlauf zwischen Bichlbach und Reutte-Süd 15./22.8.2015



Bild 19: Tagesganglinie L 71 Biberwier, 15./22.8.2015, Fahrtrichtung Reutte/Garmisch-Partenkirchen